

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 246 148 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.10.2002 Patentblatt 2002/40

(51) Int Cl.7: **G08B 13/184**

(21) Anmeldenummer: **02002639.9**

(22) Anmeldetag: **05.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:

- **Wüstefeld, Martin**
79350 Sexau (DE)
- **Plasberg, Georg, Dr.**
79353 Bahlingen (DE)

(30) Priorität: **26.03.2001 DE 10114784**

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Postfach 31 02 20
80102 München (DE)

(71) Anmelder: **SICK AG**
79183 Waldkirch (DE)

(54) Vorrichtung zur Überwachung eines Schutzfeldes

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung eines Schutzfeldes mit einem ortsauflösenden Lichtempfänger, einer dem Lichtempfänger zugeordneten abbildenden Optik zur Fokussierung von Empfangslicht, zumindest einem, auf der der abbildenden Optik abgewandten Seite des Schutzfeldes angeordneten Reflektor, einer außerhalb des Schutzfeldes und/oder auf der dem Reflektor abgewandten Seite des Schutzfeldes angeordnete Lichtquelle, einem Speicher zur

Speicherung eines vom Lichtempfänger bei objektfreiem Schutzfeld aufgenommenen Bildes, einer Vergleichseinrichtung zum Vergleich eines aktuell aufgenommenen Bildes mit einem im Speicher abgelegten Bild, und einer Signalauslöseeinrichtung zur Auslösung eines Signals, falls das aktuell aufgenommene Bild von dem im Speicher abgelegten Bild zumindest in einem vorbestimmten Maß abweicht.

EP 1 246 148 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung eines Schutzfeldes mit einem Lichtempfänger, einer dem Lichtempfänger zugeordneten abbildenden Optik zur Fokussierung von Empfangslicht und einer Signalauslöseeinrichtung zur Auslösung eines Signals.

[0002] Derartige Vorrichtungen sind aus dem Stand der Technik bekannt und dienen in unterschiedlichsten Anwendungen dazu, Gefahrenbereiche abzusichern oder Schutzfelder zu überwachen. Im einfachsten Fall weisen solche Vorrichtungen lediglich einen Lichttaster bzw. -sensor oder eine Lichtschranke auf.

[0003] Problematisch an den genannten Vorrichtungen ist die Tatsache, daß innerhalb des Schutzfeldes vorhandene unzulässige Objekte mit größtmöglicher Sicherheit erkannt werden müssen, wobei Störeinflüsse durch Umgebungsbedingungen sowie unerlaubte Manipulationen durch Nutzer der Vorrichtungen nicht zu Fehlfunktionen führen sollen.

[0004] Es ist dementsprechend eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß sie gegenüber Störeinflüssen unempfindlich wird und eine Manipulation durch Nutzer erschwert ist.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und insbesondere durch eine Vorrichtung zur Überwachung eines Schutzfeldes mit

- einem ortsauflösenden Lichtempfänger,
- einer dem Lichtempfänger zugeordneten abbildenden Optik zur Fokussierung von Empfangslicht,
- zumindest einem, auf der der abbildenden Optik abgewandten Seite des Schutzfeldes angeordneten Reflektor,
- einer außerhalb des Schutzfeldes und/oder auf der dem Reflektor abgewandten Seite des Schutzfeldes angeordnete Lichtquelle,
- einem Speicher zur Speicherung eines vom Lichtempfänger bei objektfreiem Schutzfeld aufgenommenen Bildes,
- einer Vergleichseinrichtung zum Vergleich eines aktuell aufgenommenen Bildes mit einem im Speicher abgelegten Bild, und
- einer Signalauslöseeinrichtung zur Auslösung eines Signals, falls das aktuell aufgenommene Bild von dem im Speicher abgelegten Bild zumindest in einem vorbestimmten Maß abweicht.

[0006] Durch den erfindungsgemäßen Einsatz eines ortsauflösenden Lichtempfängers, eines Reflektors und einer Vergleichseinrichtung wird es möglich, ein Signal immer dann auszulösen, wenn das vom ortsauflösenden Lichtempfänger gelieferte Bild des Reflektors nicht mehr demjenigen Bild des Reflektors bei objektfreiem Schutzfeld entspricht, welches zuvor in einem Speicher abgelegt wurde. Demzufolge kann ein Signal immer

dann ausgelöst werden, wenn der Reflektor teilweise oder vollständig von einem im Schutzfeld vorhandenen Objekt verdeckt wird oder wenn sich die Position oder die Form des Reflektors ändert. Folglich können in gleicher Weise in das Schutzfeld eindringende unzulässige Objekte sowie unzulässige Manipulationen am Reflektor erkannt werden.

Auf den Reflektor auftreffendes Störlicht führt hingegen nicht zu einer Signalauslösung, da durch das Störlicht weder die Position noch die Form des Reflektors verändert wird, so daß er vom ortsauflösenden Lichtempfänger und der Vergleichseinrichtung in unveränderter Weise erkannt werden kann.

Die Lichtquelle zur aktiven Beleuchtung des Reflektors ist erfindungsgemäß außerhalb des Schutzfeldes und insbesondere auf der dem Reflektor abgewandten Seite des Schutzfeldes angeordnet. Durch diese aktive Beleuchtung des Reflektors wird auf vorteilhafte Weise eine Unabhängigkeit gegenüber dem Umgebungslicht erreicht.

[0007] Im Rahmen der Erfindung sind eine Reihe von weiteren Vorteilen realisierbar, die im Zusammenhang mit den nachfolgend erörterten bevorzugten Ausführungsformen erläutert werden.

[0008] Von Vorteil ist es, wenn der Lichtempfänger aus einer Zeile mit zumindest zwei oder einer Matrix aus zumindest vier lichtempfindlichen Elementen, insbesondere Photodioden, besteht. Bei Verwendung einer aus einer Vielzahl von lichtempfindlichen Elementen bestehenden Matrix ist es besonders vorteilhaft, daß nicht nur das Vorhandensein von Reflektoren sondern vielmehr deren Form und Beschaffenheit erkannt und in der Vergleichseinrichtung mit gespeicherten Bilddaten verglichen werden kann. Die genannte Matrix kann beispielsweise als CCD- oder CMOS-Matrixstruktur ausgebildet werden.

[0009] Besonders bevorzugt ist es, wenn der Reflektor mit einer Codierung versehen ist, die insbesondere reflektierende und nicht reflektierende Bereiche aufweist. Durch eine solche Codierung kann erreicht werden, daß vom Reflektor kommende Reflexionen klar von Störreflexionen unterschieden werden können. Weiterhin ist eine Manipulation der Vorrichtung durch Einbringung eines weiteren Reflektors in das Schutzfeld ausgeschlossen, da beim Einbringen dieses Reflektors zwangsläufig Unterschiede zwischen dem gespeicherten Bild und dem aktuell aufgenommenen Bild auftreten. Dies gilt selbst dann, wenn der weitere Reflektor die gleiche Codierung trägt, wie der eigentliche Reflektor.

[0010] Die erfindungsgemäß vorgesehene abbildende Optik weist bevorzugt eine kurze Brennweite auf. Insbesondere liegt diese Brennweite zwischen 5 und 200 mm.

[0011] Von Vorteil ist es weiterhin, wenn eine Abstandsermittlungseinrichtung vorgesehen ist, welche aus dem Abstand zwischen zwei auf den Lichtempfänger abgebildeten Bezugspunkten des Reflektors den Abstand zwischen Lichtempfänger oder abbildender

Optik und dem Reflektor berechnet. Als Bezugspunkte kommen dabei insbesondere Codeelemente einer auf dem Reflektor vorhandenen Codierung oder auch die Ränder eines uncodierten Reflektors in Betracht. Durch die Abstandsermittlungseinrichtung kann somit festgestellt werden, wenn der Reflektor entlang der optischen Achse der Vorrichtung zum Zweck einer unzulässigen Manipulation verschoben werden soll. In diesem Fall kann dann ein Warnsignal abgegeben werden.

[0012] Von Vorteil ist es, wenn die erfindungsgemäß zur aktiven Beleuchtung des Reflektors vorgesehene Lichtquelle, insbesondere einschließlich einer ihr zugeordneten Sendeoptik, entweder direkt oder indirekt auf den Reflektor ausgerichtet ist. Bei indirekter Ausrichtung kann die Lichtquelle beabstandet von der optischen Achse der abbildenden Optik angeordnet und über einen insbesondere halbdurchlässigen Spiegel auf den Reflektor ausgerichtet werden. Dabei ist der halbdurchlässige Spiegel bevorzugt auf der optischen Achse der abbildenden Optik angeordnet.

[0013] Es ist vorteilhaft, wenn die Lichtquelle als gepulste, mit dem Lichtempfänger synchronisierte Lichtquelle ausgebildet ist, da auf diese Weise die Störanfälligkeit zusätzlich verringert werden kann.

[0014] Durch Verwendung einer Lichtquelle mit einem schmalbandigen Wellenlängenbereich (Laser, Laserdiode, LED, etc.) kann in Verbindung mit einem zumindest empfängerseitigen Bandpassfilter die Störanfälligkeit der Vorrichtung noch weiter reduziert werden. Der Bandpassfilter kann zwischen abbildender Optik und Lichtempfänger angeordnet werden, wobei er vorzugsweise eine Halbwertsbreite von bis zu 70 nm aufweist. Bevorzugt ist es, wenn die Lichtquelle als Laserdiode mit einer Halbwertsbreite kleiner 60 nm ausgebildet ist.

[0015] Die Lichtquelle kann als Punktlichtquelle ausgebildet werden. Dies bedingt auf vorteilhafte Weise, daß im Schutzfeld vorhandene Objekte mit hoher Schärfe auf den Lichtempfänger abgebildet werden, da ein scharfer Schatten auf den Reflektor projiziert wird. Alternativ kann bei Inkaufnahme einer Schärfeverringung auch eine ausgedehnte Lichtquelle zum Einsatz gelangen. Dies hat gegenüber der Verwendung etwa eines Laserstrahls den Vorteil, daß eine ausgedehnte Lichtquelle ohne Gefährdung des Bedienpersonals mit höherer Leistung betrieben werden kann als eine Laserlichtquelle. Insofern kann aufgrund dieser höheren Leistung auch eine größere Reichweite erzielt werden.

[0016] Die Lichtquelle kann zur Erzeugung eines zumindest im wesentlichen parallelen Lichtbündels mit einem Öffnungswinkel von ungefähr 0° oder zur Erzeugung eines Lichtkegels mit einem Öffnungswinkel von zumindest 0,5°, insbesondere von ungefähr 1° ausgelegt sein. Bei letztgenannter Alternative (Lichtkegel) wird die Justage zwischen Lichtempfänger und Reflektor vereinfacht, da der Lichtempfänger nur ungefähr auf den Reflektor ausgerichtet werden muß und anschließend die genaue Position des Reflektors im Rahmen eines Teach-In-Prozesses ohne Schwierigkeiten auf

elektronischem Wege eingelesen werden kann, ohne daß eine weitere mechanische Justage nötig wäre. Es wird somit insbesondere gegenüber der Verwendung eines Laserstrahls als Lichtquelle eine Verbesserung erreicht, da ein Laserstrahl aufgrund des nicht vorhandenen Öffnungswinkels mechanisch sehr genau justiert werden muß.

[0017] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Lichtquelle zur Projektion eines Codes auf den Reflektor ausgelegt ist. In diesem Fall muß der Reflektor lediglich reflektierende Eigenschaften aufweisen, es ist jedoch nicht nötig, den Reflektor mit einem Code zu versehen. Weiterhin ist es durch entsprechende Maßnahmen im Bereich der Projektionsvorrichtung problemlos möglich, den projizierten Code bei Bedarf zu ändern.

[0018] Die Lichtquelle kann auf einen Spiegel zur Umlenkung des ausgesandten Lichts in Richtung des Reflektors oder in Richtung eines weiteren Spiegels ausgerichtet werden. Auf diese Weise kann nicht nur ein sich entlang einer im wesentlichen geraden Strecke erstreckendes Schutzfeld zwischen Lichtquelle und Reflektor überwacht werden; vielmehr ist es möglich, ein Schutzfeld zwischen Lichtquelle und Spiegel und ein weiteres Schutzfeld zwischen Spiegel und Reflektor zu überwachen.

[0019] Der erfindungsgemäß vorgesehene Reflektor wird bevorzugt als Retroreflektor ausgebildet, welcher das auf ihn auftreffende Licht mit einem nur geringen Streuwinkel wieder in sich zurückreflektiert. Ein solcher Retroreflektor kann beispielsweise aus Tripel- oder Kugelementen bestehen.

[0020] Besonders bevorzugt ist es, wenn zwischen Schutzfeld und Reflektor ein insbesondere mit dem Reflektor fest verbundenes Filter angeordnet ist. Ein solches Filter kann beispielsweise als Kratzschutz für den Reflektor dienen. Weiterhin kann es jedoch auch den Reflektor vor unerlaubten Reproduktionen schützen, wenn es zumindest für die Farben des Codes undurchlässig ist. Es ist dann nicht ohne weiteres möglich, den Code zu reproduzieren bzw. nachzuzeichnen und den reproduzierten Code in das Schutzfeld einzubringen, um denjenigen Bereich, der sich zwischen reproduziertem Code und Reflektor befindet, von der Überwachung auf unerlaubte Weise auszuschließen. Besonders bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, wenn das Filter nur für IR- oder UV-Licht durchlässig ist.

[0021] Von Vorteil ist es, wenn zwischen abbildender Optik und Lichtempfänger eine insbesondere verstellbare Blende angeordnet ist, die zur Abschattung von Störlicht beiträgt, das von Lichtquellen außerhalb der optischen Achse der abbildenden Optik herührt.

Bevorzugt ist die Blende im Bereich des Brennpunktes der abbildenden Optik angeordnet, wobei es von Vorteil sein kann, wenn die Blende nicht genau im Brennpunkt liegt, sondern gegenüber diesem um bis zu 10% der Brennweite der abbildenden Optik verschoben ist.

[0022] Durch Verschiebung der Blende entlang der optischen Achse kann die Divergenz/Konvergenz des

empfangsseitigen Strahlenganges verändert werden. Bei Einstellen einer großen Systemdivergenz kann die Genauigkeit der auf den Reflektor bezogenen Abstandsmessung erhöht werden, da bei Verschiebung des Reflektors entlang der optischen Achse eine stärkere relative Änderung zwischen den auf den Lichtempfänger abgebildeten Codierungen erfolgt. Eine geringe Divergenz hat dagegen den Vorteil einer konstanten Objektauflösung über nahezu den gesamten, sich entlang der optischen Achse der abbildenden Optik erstreckenden Schutzfeldbereich.

[0023] Durch Änderung des Blendendurchmessers kann bei konstanter Brennweite der abbildenden Optik die Tiefenschärfe des Systems beeinflusst werden. Bei kleinem Durchmesser werden nur noch Strahlen konstanten, begrenzten Einfallwinkels vom Reflektor kommend durch die Blende hindurch gelassen. Dadurch entsteht ein Abbild des Reflektors auf dem Lichtempfänger auch außerhalb der klassischen Bildebene. Hierdurch wird auch die Positionierung des Lichtempfängers vereinfacht, da ein großer Toleranzbereich akzeptierbar ist. Die Blendengröße liegt zwischen 0,05 mm bis 3 mm. Bei kleiner Blende wird allerdings die auf den Lichtempfänger fallende Lichtmenge des Senders gering sein. Die Anordnung von Sender/Blende/abbildende Optik liefert dann das größte Nutzsignal, wenn in Autokollimation gearbeitet wird und Sender und Blende entlang der jeweiligen optischen Achsen den gleichen Abstand zur abbildenden Optik haben.

[0024] Zwischen Blende und Lichtempfänger kann eine weitere abbildende Optik vorgesehen sein, deren Brennweite insbesondere zumindest im wesentlichen ihrem Abstand zur Blende entspricht.

[0025] Lichtempfänger und Reflektor und gegebenenfalls Umlenkspiegel können in einer unveränderlichen Relativposition zueinander beispielsweise an einem bewegten oder einem unbewegten Teil einer Maschine angeordnet werden, um so bestimmte, im Bereich der Maschine befindliche Schutzfelder zu überwachen.

[0026] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert; in diesen zeigen:

Figur 1 ein Prinzipschaubild einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 2 ein Prinzipschaubild einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 3 ein Prinzipschaubild einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Figur 4 ein Prinzipschaubild einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

5 Figur 5 eine dreidimensionale Ansicht einer an einer Abkantpresse montierten erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

10 Figur 6 eine dreidimensionale Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem zusätzlichen Umlenkspiegel.

[0028] Figur 1 zeigt einen Retroreflektor 1, welcher auf einer Seite eines Schutzfeldes S angeordnet ist und sowohl codiert als auch uncodiert ausgeführt sein kann. Auf der anderen Seite des Schutzfeldes S befindet sich eine Sende- und Empfangseinheit 2, welche zumindest eine Lichtquelle 6, einen ortsauflösenden Lichtempfänger 3 sowie eine abbildende Optik 4 aufweist. Der ortsauflösende Lichtempfänger 3 und die abbildende Optik 4 sind relativ zueinander so angeordnet, daß aus dem Schutzfeld S vom Retroreflektor 1 kommendes Licht auf den ortsauflösenden Lichtempfänger 3 abgebildet wird. Der ortsauflösenden Lichtempfänger 3 ist in Form einer Matrix ausgebildet.

[0029] Beim Betrieb der Vorrichtung gemäß Figur 1 wird der Retroreflektor 1 von der Lichtquelle 6 direkt bestrahlt, so daß das von der Lichtquelle 6 ausgehende Licht vom Retroreflektor 1 zum ortsauflösenden Empfänger 3 reflektiert wird. Dadurch, daß der Lichtempfänger 3 ortsauflösend ausgebildet ist, kann festgestellt werden, ob der Retroreflektor 1 in beliebiger Weise verschoben bzw. manipuliert wird. Eine Verschiebung des Retroreflektors 1 senkrecht zur optischen Achse der abbildenden Optik 4 bewirkt eine Lageänderung des Reflektorbildes auf dem ortsauflösenden Empfänger 3. Eine Verschiebung des Retroreflektors 1 entlang der optischen Achse der abbildenden Optik 4 bewirkt eine Größenänderung des Reflektorbildes auf dem ortsauflösenden Empfänger 3. Beide Verschiebungen sind somit detektierbar.

[0030] Zudem verändert natürlich ein in das Schutzfeld S eindringendes Objekt das vom ortsauflösenden Empfänger 3 empfangene Reflektorbild, da ein solches Objekt Reflexionen vom Retroreflektor 1 zum ortsauflösenden Empfänger 3 ganz oder teilweise verhindert. Somit sind auch eindringende Objekte detektierbar.

[0031] Insofern ist es mit einer Vorrichtung gemäß Figur 1 möglich, sowohl in das Schutzfeld S eindringende Objekte als auch Manipulationen am Retroreflektor 1 zu erkennen.

[0032] Durch die aktive Beleuchtung des Retroreflektors 1 mittels der Lichtquelle 6 wird eine Unabhängigkeit gegenüber dem Umgebungslicht erreicht. Wenn die Lichtquelle 6 darüberhinaus gepulst betrieben wird, kann eine zusätzliche Störsignalunempfindlichkeit bewirkt werden.

[0033] Zudem kann die Lichtquelle 6 so ausgebildet

werden, daß sie zur Projektion eines Codes auf den Retroreflektor 1 geeignet ist, so daß es nicht mehr nötig ist, auf dem Retroreflektor 1 einen Code mechanisch anzubringen.

[0034] Figur 2 zeigt im Unterschied zu Figur 1 eine nicht direkt auf den Retroreflektor 1 ausgerichtete Lichtquelle 6. Vielmehr ist die Lichtquelle 6 gemäß Figur 2 so angeordnet, daß ihre Abstrahlrichtung gegenüber Figur 1 um ungefähr 90° gedreht ist, so daß sie in Richtung eines halbdurchlässigen Spiegels 2 strahlt, welcher zwischen Lichtempfänger 3 und abbildender Optik 4 angeordnet ist. Der halbdurchlässige Spiegel 2 ist dabei gegenüber der optischen Achse der abbildenden Optik 4 um 45° geneigt, so daß auf ihn auftreffendes, von der Lichtquelle 6 stammendes Licht um 90° in Richtung der abbildenden Optik 4 umgelenkt wird. Das von der Lichtquelle 6 ausgesandte Licht tritt somit durch die abbildende Optik 4 hindurch und gelangt auf diesem Weg zum Retroreflektor 1. Das vom Retroreflektor 1 reflektierte Licht gelangt wiederum durch die abbildende Optik 4 und durch den halbdurchlässigen Spiegel 2 hindurch zum Lichtempfänger 3.

[0035] Figur 3 entspricht wiederum im wesentlichen Figur 1 mit dem Unterschied, daß zwischen abbildender Optik 4 und Lichtempfänger 3 eine insbesondere verstellbare Blende 10 angeordnet ist, die die bereits erläuterten Vorteile mit sich bringt. Weiterhin ist zwischen der Blende 10 und dem Lichtempfänger 3 nochmals eine weitere abbildende Optik 11 vorgesehen, welche von der Blende 10 kommendes Licht auf den Lichtempfänger 3 fokussiert.

[0036] Bei der Ausbildungsform gemäß Figur 3 kann die weitere abbildende Optik 11 optional auch weggelassen werden.

[0037] Figur 4 zeigt eine Mischform der Ausbildungen gemäß den Figuren 2 und 3. Gemäß Figur 4 wird nämlich der Retroreflektor 1 wiederum indirekt über den halbdurchlässigen Spiegel 2 bestrahlt. Zudem ist zwischen halbdurchlässigen Spiegel 2 und Lichtempfänger 3 eine Blende 10 vorgesehen. Optional könnte gemäß Figur 4 zwischen der Blende 10 und dem Lichtempfänger 3 wiederum eine weitere abbildende Optik 11 (Figur 3) vorgesehen werden.

[0038] Figur 5 zeigt, daß die gemäß Figuren 1 bis 4 erläuterte Sende- und Empfangseinheit 5 beispielsweise auch an einer bewegten Schneide 7 einer Abkantpresse angeordnet werden kann. Der Abstand des sich zwischen Sende- und Empfangseinheit 5 und Retroreflektor 1 erstreckenden Schutzfeldes zur Schneide 7 muß dabei so bemessen sein, daß im Falle des Eindringens eines Objekts in das Schutzfeld noch ausreichend Zeit zur Verfügung steht, die Abkantpresse zu stoppen.

[0039] Alternativ zu der Ausführungsform gemäß Figur 5 ist es jedoch auch möglich, Sende- und Empfangseinheit 5 sowie Retroreflektor 1 an der ortsfesten Schneide 8 der Abkantpresse anzuordnen.

[0040] Figur 6 zeigt eine Sende- und Empfangseinheit 5 gemäß Figuren 2 bis 4, wobei die Lichtquelle 6

der Sende- und Empfangseinheit 5 auf einen Umlenkspiegel 9 ausgerichtet ist, von welchem das ausgesandte Licht in Richtung des Retroreflektors 1 reflektiert wird. Das vom Retroreflektor 1 zurückreflektierte Licht gelangt wiederum über den Umlenkspiegel 9 zum ortsauflösenden Empfänger 3 der Sende- und Empfangseinheit 5. Auf diese Weise läßt sich ein zweigeteiltes Schutzfeld überwachen, wobei sich ein erster Teil dieses Schutzfeldes zwischen der Sende- und Empfangseinheit 5 und dem Spiegel 9 und ein zweiter Teil zwischen dem Spiegel 9 und dem Retroreflektor 1 befindet. Durch die Vorsehung eventueller, weiterer Spiegel können dementsprechend komplexere Schutzfeldformen realisiert werden.

Bezugszeichenliste

[0041]

1	Retroreflektor
2	halbdurchlässiger Spiegel
3	ortsauflösender Lichtempfänger
4	abbildende Optik
5	Sende- und Empfangseinheit
6	Lichtquelle
7	bewegte Schneide
8	ortsfeste Schneide
9	Umlenkspiegel
10	Blende
11	abbildende Optik
S	Schutzfeld

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung eines Schutzfeldes (5) mit
 - einem ortsauflösenden Lichtempfänger (3),
 - einer dem Lichtempfänger (3) zugeordneten abbildenden Optik (4) zur Fokussierung von Empfangslicht,
 - zumindest einem, auf der der abbildenden Optik (4) abgewandten Seite des Schutzfeldes (5) angeordneten Reflektor (1),
 - einer außerhalb des Schutzfeldes (5) und/oder auf der dem Reflektor (1) abgewandten Seite des Schutzfeldes (5) angeordnete Lichtquelle (6),
 - einem Speicher zur Speicherung eines vom Lichtempfänger (3) bei objektfreiem Schutzfeld (5) aufgenommenen Bildes,
 - einer Vergleichseinrichtung zum Vergleich eines aktuell aufgenommenen Bildes mit einem im Speicher abgelegten Bild, und
 - einer Signalauslöseeinrichtung zur Auslösung eines Signals, falls das aktuell aufgenommene Bild von dem im Speicher abgelegten Bild zu-

- mindest in einem vorbestimmten Maß abweicht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Lichtempfänger (3) aus einer Zeile mit zumindest zwei oder einer Matrix aus zumindest vier lichtempfindlichen Elementen, insbesondere Photodioden besteht. 5
 3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Reflektor (1) mit einer Codierung versehen ist, die insbesondere reflektierende und nicht reflektierende Bereiche aufweist. 10
 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die abbildende Optik (4) eine Brennweite zwischen 5 und 200 mm besitzt. 15
 5. Vorrichtung nach einem Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Abstandsermittlungseinrichtung vorgesehen ist, welche aus dem Abstand zwischen zwei auf den Lichtempfänger (3) abgebildeten Bezugspunkten des Reflektors (1) den Abstand zwischen Lichtempfänger (3) oder abbildender Optik (4) und dem Reflektor (1) berechnet. 20
 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtquelle (6), insbesondere einschließlich einer ihr zugeordneten Sendeoptik, entweder direkt oder indirekt auf den Reflektor (1) ausgerichtet ist. 25
 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtquelle (6) beabstandet von der optischen Achse der abbildenden Optik (4) angeordnet und über einen insbesondere halbdurchlässigen Spiegel auf den Reflektor (1) ausgerichtet ist, wobei insbesondere der halbdurchlässige Spiegel auf der optischen Achse der abbildenden Optik (4) angeordnet ist. 30
 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtquelle (6) als gepulste, mit dem Lichtempfänger (3) synchronisierte Lichtquelle (6) und/oder als Laserdioden mit einer Halbwertsbreite kleiner 60 nm und/oder als Punktlichtquelle ausgebildet ist. 35
 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtquelle (6) zur Erzeugung eines zumindest im wesentlichen parallelen Lichtbündels mit einem Öffnungswinkel von ungefähr 0° oder zur Erzeugung eines Lichtkegels mit einem Öffnungswinkel von zumindest 0,5°, insbesondere von ungefähr 1° ausgelegt ist. 40
 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtquelle (6) zur Projektion eines Codes auf den Reflektor (1) ausgelegt ist, und/oder daß die Lichtquelle (6) auf einen Spiegel (9) zur Umlenkung des ausgesandten Lichts in Richtung des Reflektors (1) oder in Richtung eines weiteren Spiegels ausgerichtet ist. 45
 11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Reflektor (1) als Retroreflektor ausgebildet ist, und/oder daß zwischen Schutzfeld (S) und Reflektor (1) ein insbesondere mit dem Reflektor (1) fest verbundenes Filter angeordnet ist, welches insbesondere zumindest für die Farben des Codes undurchlässig ist und/oder welches für IR- oder UV-Licht durchlässig ist. 50
 12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen abbildender Optik (4) und Lichtempfänger (3) eine insbesondere verstellbare Blende (10) angeordnet ist, die insbesondere im Bereich des Brennpunktes der abbildenden Optik (4) angeordnet ist. 55
 13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß Sende- und Empfangslichtstrahlen außerhalb der Vorrichtung in Autokollimation verlaufen, wobei die sich entlang der jeweiligen optischen Achsen von abbildender Optik (4) und Lichtquelle (6) erstreckende Abstände zwischen abbildender Optik (4) und Lichtquelle (6) einerseits und zwischen abbildender Optik (4) und Blende (10) andererseits untereinander gleich sind.
 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen Blende (10) und Lichtempfänger (3) eine weitere abbildende Optik (11) vorgesehen ist, deren Brennweite insbesondere zumindest im wesentlichen ihrem Abstand zur Blende (10) entspricht.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen abbildender Optik (4) und Lichtempfänger (3) ein Bandpassfilter angeordnet ist, welcher insbesondere eine Halbwertsbreite von bis zu 70 nm aufweist. 5
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet,
daß Lichtempfänger (3) und Reflektor (1) in einer unveränderlichen Relativposition zueinander an einem bewegten oder einem unbewegten Teil (7, 8) einer Maschine angeordnet sind. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

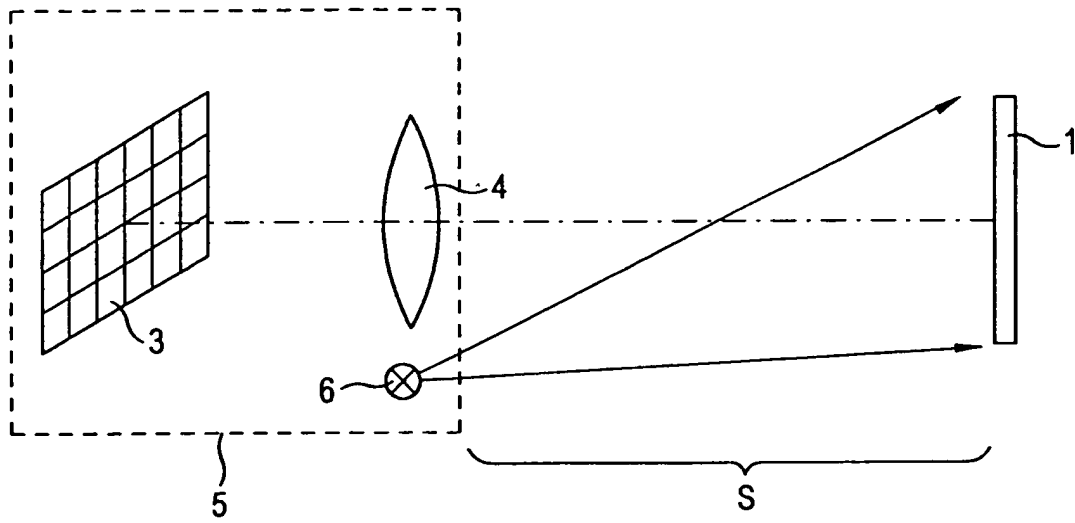


FIG.1

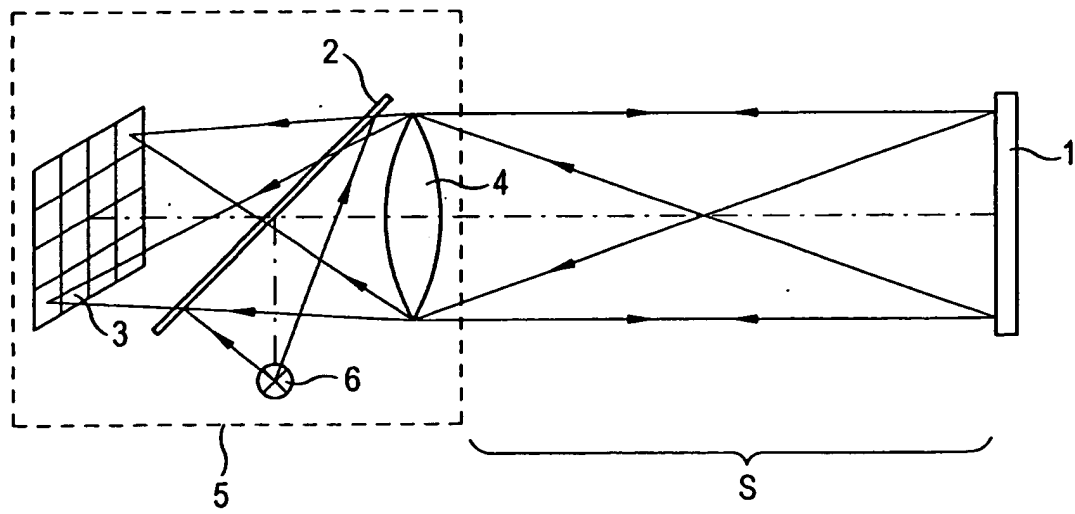


FIG.2

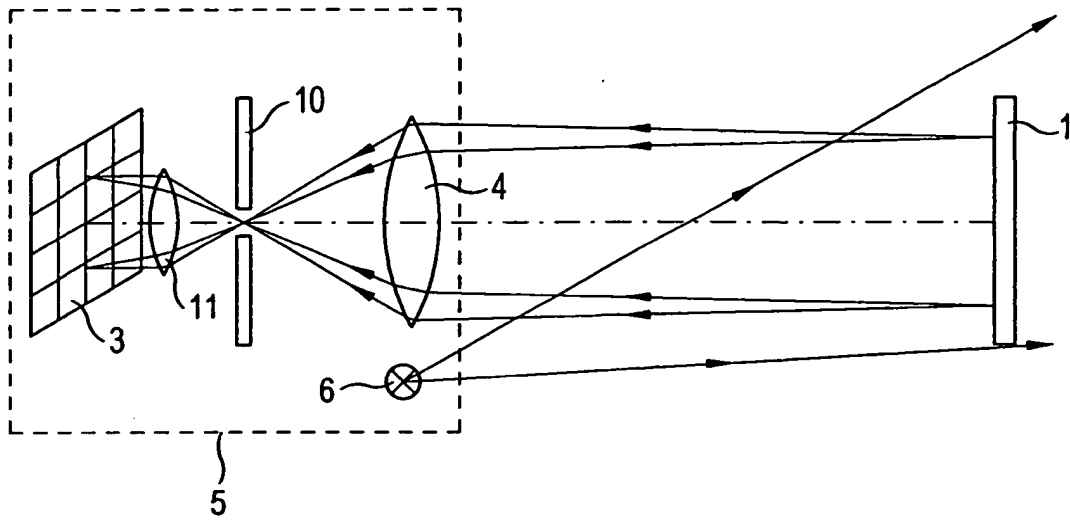


FIG.3

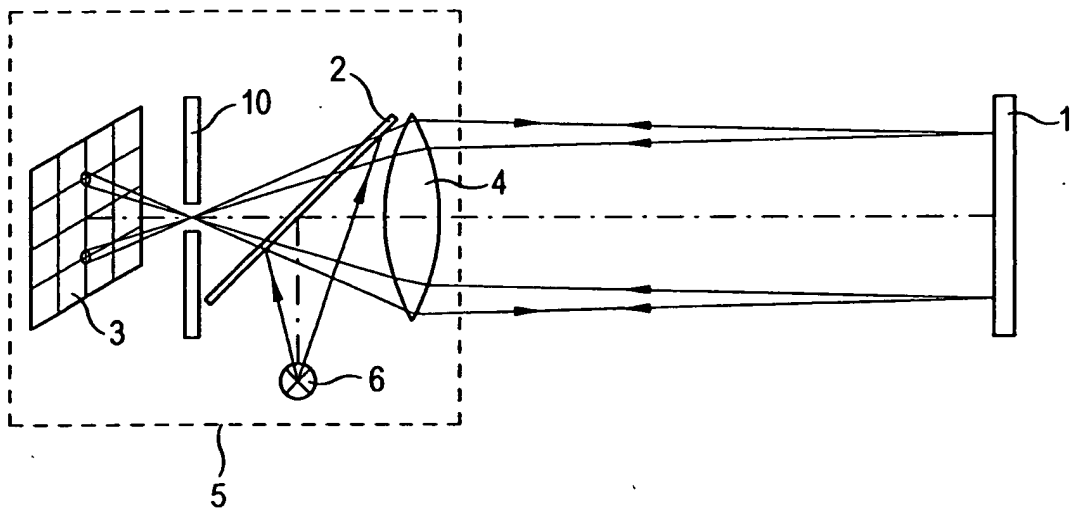


FIG.4

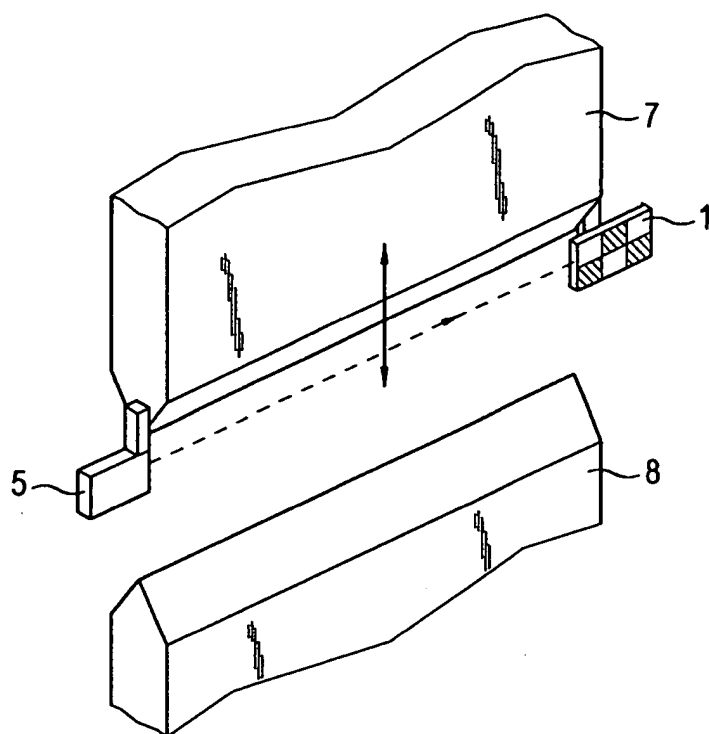


FIG. 5

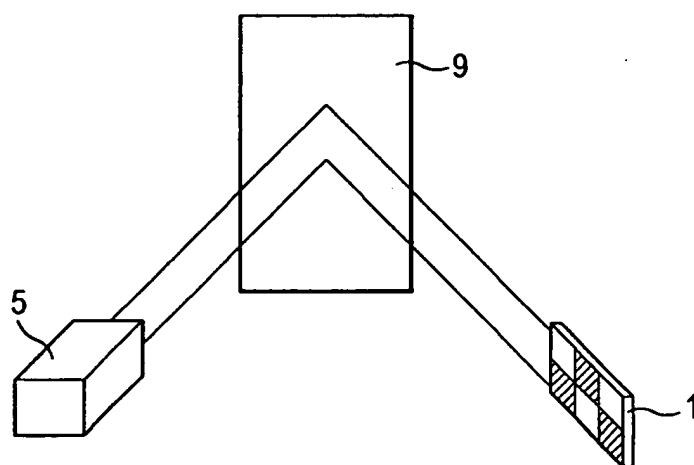


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.